

**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ЕДИНИЧНОГО ТОТЭ С  $\text{BaCe}_{0.89}\text{Gd}_{0.1}\text{Cu}_{0.01}\text{O}_3$   
ПРОТОНПРОВОДЯЩИМ ЭЛЕКТРОЛИТОМ  
НА НЕСУЩЕМ АНОДЕ**

*Медведев Д.А.<sup>(1)</sup>, Пикалова Е.Ю.<sup>(1)</sup>, Береснев С.М.<sup>(1)</sup>, Николаенко И.В.<sup>(2)</sup>*

<sup>(1)</sup> Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН  
620137, г. Екатеринбург, ул. Академическая, д. 20

<sup>(2)</sup> Институт химии твердого тела УрО РАН  
620990, г. Екатеринбург, ул. Первомайская, д. 91

Применение тонкопленочной технологии в твердооксидных топливных элементах (ТОТЭ) диктуется необходимостью снижения их рабочей температуры с целью возможности применения более дешевых материалов электродов и токопроводов, а также снижения скорости деградационных процессов. В настоящее время наиболее распространенные конструкции топливных ячеек с протонпроводящими электролитами на основе церата бария представляют собой элементы, в которых полуэлемент несущий анод-электролит изготавливается методом совместного прессования. Несмотря на то, что данные технологии позволяют получить высокие мощностные характеристики единичного элемента, они не поддаются масштабированию и на наш взгляд практически не применимы для изготовления реальных топливных элементов.

В данной работе рассматривается возможность применения метода каландрования для получения ТОТЭ с протонпроводящим электролитом  $\text{BaCe}_{0.89}\text{Gd}_{0.1}\text{Cu}_{0.01}\text{O}_3$  (BCGC) и проведено исследование электрохимических свойств в зависимости от содержания воды в анодном канале. Электролит BCGC (50 мкм) сформирован на градиентной анодной подложке методом каландрования. В качестве коллекторного (несущего, 500 мкм) слоя анода использовали состав 60 масс.% NiO + 40 масс.% BCGC и 15 мас. % порообразователя и 45 масс.% NiO + 55 масс.% BCGC для функционального анодного слоя (50 мкм). Площадь полуэлементов составляла 30-50 см<sup>2</sup>. Исследование микроструктуры образцов (до и после измерений) проводили при помощи электронного микроскопа JEOL JSM-6390 LA. Для исследования электрохимических характеристик из многослойной пластины вырезался диск с диаметром 10 мм, в качестве катода наносилась платиновая паста площадью 0.28 см<sup>2</sup>. Под платиновый электрод предварительно наносили подслей (0.10 мг/см<sup>2</sup>) из  $\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{2-\delta}$ . Активацию платинового электрода проводили пропитыванием спиртовым раствором нитрата празеодима с обеих сторон с последующей прокалкой при 800°C (2 раза, с увеличением массы электрода до 10 %). Несущий анод не активировали.

Вольтамперные характеристики измерены при 600 и 750 °С с содержанием воды в анодной смеси от 5 до 40%. При низкой температуре отношение ЭДС ячейки превышает показания кислородного датчика и растет с содержанием воды в интервале 1.03-1.09, что свидетельствует о появлении протонной проводимости при данных условиях. При 750°С отношение ЭДС ячейки к ЭДС датчика зависит от содержания воды и меняется в интервале 0.94-0.97. Максимальное значение при 750 °С составляет 103 мВт/см<sup>2</sup> при плотности тока 200 мА/см<sup>2</sup> и перенапряжении на электродах 120 мВ, при 600°С удельная мощность ячейки 36 мВт/см<sup>2</sup> (плотность тока 80 мА/см<sup>2</sup>, перенапряжение 313 мВ). Поляризация электродов возрастает с уменьшением температуры и увеличением содержания воды в анодном канале и связана, главным образом, с диффузионными затруднениями в несущем аноде.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Свердловской области (проекты №№13-03-96098 p\_урал\_a, 13-03-00065-а).*

## ВЛИЯНИЕ МЕТОДА СИНТЕЗА МАТЕРИАЛОВ НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВУХСЛОЙНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ОСНОВЕ $\text{La}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ И $\text{LaNi}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$

Хасанов А.Ф.<sup>(1)</sup>, Кольчугин А.А.<sup>(2)</sup>, Пикалова Е.Ю.<sup>(1,2)</sup>, Бронин Д.И.<sup>(1,2)</sup>,  
Богданович Н.М.<sup>(2)</sup>, Пласин С.В.<sup>(2)</sup>, Панкратов А.А.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

<sup>(2)</sup> Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН  
620137, г. Екатеринбург, ул. Академическая, д. 20

В последнее десятилетие свойства слоистых фаз ряда Руддлессе-на-Поппера широко исследуются в перспективе применения данных материалов в качестве катодов для твердооксидных топливных элементов. Интерес основан на их смешанной кислород-ионной природе проводимости и хорошей совместимостью в коэффициентах теплового расширения с рядом твердых электролитов. Среди них  $\text{La}_2\text{NiO}_{4+\delta}$  (LNO) обладает наилучшей химической стабильностью при низком  $p\text{O}_2$  и высоким уровнем ионной проводимости, но его использование в качестве катода ограничено низкой электронной проводимостью. В настоящей работе с целью улучшения электрохимической активности и токосъема двухслойные катоды на основе LNO были изготовлены с  $\text{LaNi}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$  (LNF) коллектором, который обладает высоким уровнем электронной проводимости. Катодные ликеры изготавливали перемешиванием по-